

AT DIŞLERİNİN SINIFLANDIRILMASI, EMBRİYONAL GELİŞİMİ VE ÇIKMA MEKANİZMASI

Servet KILIÇ¹ Peddy M. DIXON²

¹Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Elazığ-TÜRKİYE

²Dr. Senior Lecturer; Royal (Dick) School of Veterinary Studies, University of Edinburgh, SCOTLAND

Geliş Tarihi: 26.11:1997

Classification, Embriologic Development And Eruption Process Of Equine Teeth

SUMMARY

In this article, information related to classification and embriologic development of long crowned (hypsodont) equine teeth was reviewed. A particular attention was paid to the factors playing roles on the shape of the tooth, microscopic events occurring during dentogenesis and, development and differentiation of embriologic tissues and cells forming dental structures. The role of interactive reactions between ameloblasts and odontoblasts regarding the initiation of dentogenesis and calcification stages of dentine and enamel have been evaluated. Additionally, the theories regarding eruption proceses of a tooth following the completion of its embriologic development have been reviewed.

Keywords: Teeth, Dentogenesis, Eruption, Horse

ÖZET

Bu derlemede, uzun taçlı (hypsodont) at dişlerinin embriyonal gelişimleri ve sınıflandırılması yönündeki yayınlar incelendi. Dişlerin morfolojik oluşumları, diş oluşumu boyunca meydana gelen mikroskobik olaylar, dişin yapısında rol oynayan embriyonal doku ve hücrelerinin gelişim ve başkalaşımı, odontoblast ve ameloblast hücreleri arasında meydana gelen interaktif reaksiyonların dentogenesis üzerindeki rolü ile diş dokularının kalsifikasyonunda rol oynayan faktörlerin açıklanması üzerinde duruldu. Ayrıca, embriyonal gelişimini tamamlamış bir dişin çıkış mekanizması hakkındaki teoriler gözden geçirildi.

Anahtar Kelimeler: Diş, Dentogenezis, Çıkma, At

GİRİŞ

Başta ortopedi, respiratorik sistem hastalıkları, kardioloji, reproduksiyon ve gastroenteroloji olmak üzere at veteriner biliminin gerek temel ve gerekse uygulamalı bir çok alanında büyük gelişmeler olmuştur (9). Ancak bu hayvanların dişleri üzerinde yapılan çalışmalar bu yüzyılın son 20 veya 30 yılına kadar ciddi şekilde ihmal edilmiştir. Günümüzde at dişlerinin değişik yönleri üzerine özellikle de diş bozukluklarının klinik muayeneleri, radyografik görünimleri, makroskobik ve mikroskobik özellikleri ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır (19). Bu çalışmalardan at dişlerinin temel yapısının yeteri kadar anlaşılmadığı ortaya çıkmıştır. Bu derlemenin amacı at dişlerinin evrimi,

embriyolojik gelişimi ve çıkması ile ilgili bilgilerin gelişimine katkı sağlamaktır.

Dişlerin sınıflandırılması ve evrimi

Memeli hayvanların dişleri elodont (sürekli büyüyen) ve anelodont (sınırlı büyüyen) diş olmak üzere iki ana gruba ayrılır (18). Anelodont dişlerde; kron (taç)/kök oranına göre hipsodont (uzun kronlu) ve brakriodont (kısa kronlu) diş olmak üzere iki alt gruba ayrılır. Atlar dahil tüm herbivor hayvanlar hipsodont dişlere sahiptirler. Bu dişlerde gerçek anlamda kök mevcut değildir ve burada kullanılan kök terimi, dişlerin enamel (mine) ve dentinden yoksun olan kısmını tanımlar (8,23). Modern at (*Equus caballus*)'ın hipsodont olan

yanak dişlerinin, bu atın primitiv atası olarak kabul edilen Hyracotherium'un basit brakiodont dişlerinden evrimleştiği kabul edilmektedir (19). Yeşil ot, içerdiği yüksek orandaki silikon parçacıklarından dolayı Hyracotherium dişler gibi kısa kronlu brakiodont dişler kısa sürede aşınarak kaybolmasına neden olur. Bundan dolayı primitiv atta bulunan kısa kronlu yanak dişleri modern atta uzun kronlu (hipsodont) dişlere dönüşerek erken yaşta aşınıp kaybolması önlenmiş olur (19). Bu değişim süreci içinde en bariz makroskobik farklılaşma yanak dişlerinde gözlenen molarizasyon olayıdır (19). Molarizasyon etrafı kalın bir sement tabakasıyla çevrili kasp ve enamel kıvrımları içeren hipsodont dişlerin gelişmesi olayı olarak tanımlanır (21). Herbivor diyete (bitkisel yiyeceklerle) karşı dişlerde gözlenen diğer evrimsel değişim, farklı aşınma ve sertlik derecesine sahip şerit benzeri yapıların gelişmesidir. Bu gelişim, yapısında fibröz madde içeren bir diyetin etkin bir şekilde öğütülmesine yardımcı olan dişlerin oklusal yüzeylerinin kendisini keskinleştirme gibi bir özelliğinin ortaya çıkmasına neden olur (5).

Dişlerin Embriyolojisi

Dişler epitelyo-mezenşimal etkileşim, büyüme, yeniden şekillenme ve kalsifikasyon olayı gibi bir dizi kompleks süreçten geçerek gelişmelerini (dentogenezis) tamamlarlar (12,28). Dişlerin şekillerini belirleyen mekanizmaların ne olduğu kesin olarak bilinmemesine karşın, bu konuda iki teori ileri sürülmüştür. "Gradient teori" olarak bilinen birinci teoriye göre dişlerin şekilleri dış (ekstrinsik) faktörler tarafından kontrol edilmektedir. "Cell lineage" olarak bilinen ikinci teoriye göre ise dişlerin şekilleri öncelikle iç (intrinsik veya ontogenetik) faktörlerin etkisiyle oluşmaktadır (12,20).

Gelişim süresince diş tomurcukları, başlangıç (inişiyatif), makroskobik farklılaşım (morfojenetik), hücresel değişim (sitodiferenşiyatif) devreleri gibi bir dizi belirgin ve ardarda gelen olaylara maruz kalırlar. Makroskobik farklılaşım devresi dental papillanın gelişimi ve bazal membranın kıvrılması olayı ile karakterizedir. Bazal membran enamelin ve dentin birleşim yerini (EDBY) belirler (12). Diş gelişmesinin hücresel değişim fazı, enamel organı oluşturan hücrelerin gerek morfolojik ve gerekse fonksiyonel olarak özel tip hücrelere dönüştüğünü gösteren gelişim dönemini tanımlamaktadır (28). Yukarıda bahsedilen devreler brakiodont, hipsodont ve elodont dişler olmak üzere tüm memeli dişlerinde gözlenir. Ancak bu olayların meydana geliş ve sonlanma zamanları deği-

şik türlerin dişlerinde farklılık göstermektedir. Örneğin hipsodont dişlerde makroskobik farklılaşım ve hücresel değişim devreleri brakiodont dişlere göre geç sonlanırken, elodont dişlerde bu devreler dişlerin apikal kısmında hayat boyu devam etmektedir. Tüm memeli hayvanlarda diş gelişimi boyunca gözlenen benzer süreçlerden, bu olayların kısmende olsa benzer genetik faktörler tarafından denetlendiği kabul edilmektedir (12).

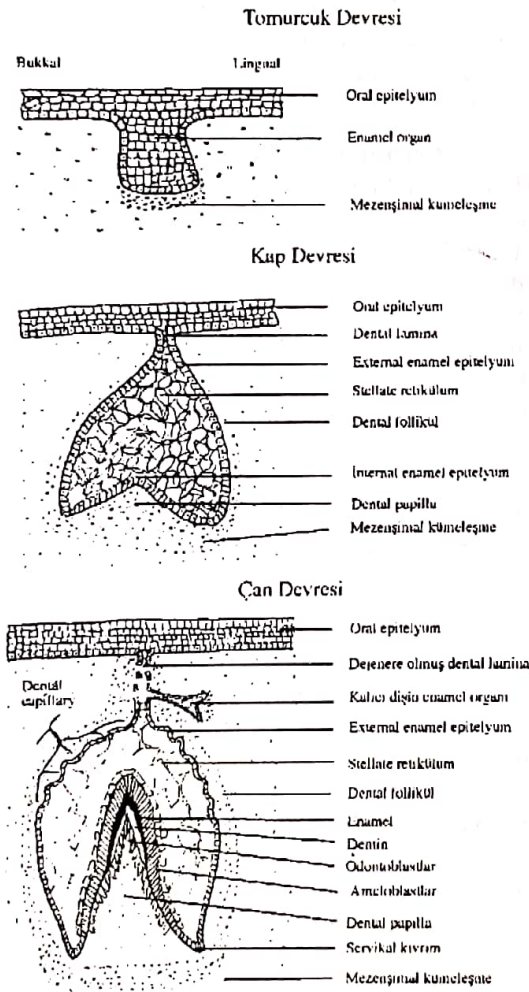
Diş gelişmesinin ilk belirtisi primitiv ağız boşluğunun lateral kenarı boyunca bir epitelyal kalınlaşmanın gözlenmesidir. Primer epitelyal kalınlaşma olarak tanımlanan bu durum, altında bulunan mezenşim dokusunun içine invagine olmasıyla iki belirgin çıkıntı oluşturur. Bu çıkıntılardan önde olanı vestibular lamina arkada kalanı ise dental lamina olarak tanımlanır. Vestibular lamina dudakları gingivadan ayırır, yanak ve dudakların oluşumuna katkı sağlar (12,28,30). Dental lamina rostral yönde gingival hat boyunca uzanırken yanak (bukkal) kenarı boyunca diş tomurcukları olarak adlandırılan bir dizi epitelyal şişkinlik oluşturur (Şekil 1). Bu dönemde diş tomurcuklarının hemen altında bulunan mezenşim hücrelerinde proliferasyon başlar. Bu proliferasyon olayı devam ederken mezenşim hücreleri diş tomurcuklarının içine doğru invagine olur ve diş tomurcukları enamel organ denilen ters kep şeklini alırlar. Bu döneme diş gelişmesinin "kep devresi" denir (Şekil 1).

Tüm süt dişleriyle kalıcı molarlar dental laminadan köken alan enamel organ tarafından oluşturulurlar. Buna karşın kalıcı insisiv, kanin ve premolar dişler, süt dişlerinin dental laminalarının labial uzantularından kaynaklanan enamel organ tarafından meydana getirilirler. Bir at fütüsünde ilk süt dişi tomurcuğu gebeliğin 4. ayında ve ilk kalıcı diş tomurcuğu ise gebeliğin 9.5 ayından sonra ayrırt edilmeye başlar (3).

Enamel organın şekillenmesiyle ektomezenşimal hücreler bu organın konkav yüzeyi üzerinde proliferasyona devam eder. Bu dönemde mezenşim hücreleri dental papilla ve dental follikül (dental kese) olmak üzere iki belirgin kısma ayrılır. Dental papilla enamel organın konkav kısmını doldurur, dentin ve pulpanın oluşmasından sorumludur (6,7). Dental follikül ise enamel organın konveks kısmını sarar (28) ve çan devresinde (bell stage) bu kısım iç vasküler kat, gevşek bağ doku katı ve diş vasküler mezenşimal kat olmak üzere üç belirgin kısma ayrılır (15). Enamel organ ve dental papilla, dişlerin çıkış devresine kadar dental follikül tarafından sarılır ve bir yastık gibi korunur. Bu tabakanın diş gelişmesi boyunca çeşitli travmatik etkilere uğraması veya enfeksiyon etkenlerine maruz kalması sonucunda anormal diş şekillenmesine neden olabilir (11).

Enamel organ, dental papilla ve dental follikül birlikte dental germ olarak isimlendirilir ve her germ bir diş yapımından sorumludur (11). Dört aylık bir at fötüsünün maksillar ve mandibular dişler üzerinde yapılan bir araştırmada her çenede 3 tane olmak üzere toplam 12 diş germi saptanmıştır (Şekil 2). İkinci

desiduous premolar diş germelerinin üçüncü ve dördüncü desiduous premolar diş germelerinden büyük olduğu ve bu sonuçtan yola çıkılarak ikinci premolar süt dişlerinin atlarda ilk gelişmeye başlayan dişler olduğu kanısına varılmıştır (3).



Şekil 1. Bir brachyodont dişin geçirdiği üç gelişim devresi.

Diş germi oluşturulan enamel organın daha fazla proliferasyonu ile çan şekline benzer bir yapı alır. Bu duruma diş gelişmesinin "çan" devresi denir. Bu dönemde dental papilla hücrelerinin enamel organ içine daha fazla invagine olmasıyla bu organın konkavitesi artar (Şekil 1). Internal ve eksternal enamel epiteliumun servikal birleşme yerinde bulunan

hücreler dental papilla üzerinde gelişmesine devam ederler.

Diş germelerinde en çok hücresel değişim olayları kep ve çan devreleri arasındaki geçiş döneminde meydana gelir. Hücresel değişim devresinin ilk belirtisi, enamel organın en üst epitelial hücrelerinin internal ve eksternal enamel epitelial katlara dönüşmesidir. Enamel organın

konkav yüzünü kaplayan hücreler internal enamel epitelyuma, enamel organın konveks yüzünü kaplayan hücreler ise eksternal enamel epitelyuma dönüşür (12). Eksternal enamel epitelyumun, enamel organla dental follikül arasında madde alış verişini kontrol ederek dental formasyon süresince enamel organın yapısının idamesini sağladığı kabul edilmektedir (6,28). İnternal ve eksternal enamel epitelyal hücreleri bazal membran üzerinde dizilmiştir. Bazal membran EDBY'ni belirler ve bu pozisyonda gelişen dişlerin şekillerini tayin eder (12,25). Doku kültürü deneylerinde bazal membranın preodontoblast hücrelerin odontoblast hücrelerine dönüşmesini teşvik ettiği saptanmıştır (28).

Çan devresinin ilk dönemlerinde stellate retikulum, eksternal ve internal enamel epitelyum olmak üzere üç belirgin bölge ayırte edilir. Çan devresinin sonlarına doğru internal enamel epitelyum üzerinde stratum intermedium gelişir. Bu dönemde desiduous dişlerin labial yüzünde kalıcı (permanent) dişlerin dental laminası gelişmeye başlar. Ayrıca bu dönemde internal enamel epitel hücreleri ameloblastlara, ektomezenşimal hücreler ise odontoblast hücrelerine dönüşürler ve bunlarda sırasıyla enamel ve dentinin oluşmasını sağlarlar (6) (Şekil 1).

Stellate retikulumun diş gelişmesinde besleyici ve mekanik fonksiyonları vardır. Besleyici fonksiyonu yapısında bulunan bol miktardaki glikozaminoglikana bağlıdır. Mekanik fonksiyonu ise dental papillanın enamel organ üzerine uyguladığı mekanik etkiyi nötralize ederek, internal enamel epitelyum katının pozisyonunu stabilize etmesidir (6). Stellate retikulum veya dental papillanın yapısında meydana gelen bir değişikliğin, bazal membranla internal enamel epitelyumun pozisyonunda bir değişime bununda dişlerin şeklinde değişime neden olabileceği ileri sürülmüştür (6). Stratum intermedium, internal enamel epitelyum ile stellate retikulum arasındaki sıvı, mineral madde, enzim ve büyüme faktörlerinin geçişini kontrol eden proteinlerin sentezlenmesini sağlar (11,18).

İnternal enamel epitelyum, eksternal enamel epitelyum, stellate retikulum ve stratum intermedium gibi yapıların dışında, çan devresinin sonlarına doğru enamel organ enamel düğüm ve enamel septum denilen geçici yapılar içermektedir (11,28). Bu yapıların diş kasplarının ilk şekillerinin oluşumuna katkı sağladıkları düşünülmektedir (28).

Dentin ve enamelin salgılanması

Dentin ve enamelin salgılanması, çan devresinin sonlarına doğru epitel ve mezenşim dokuların bir dizi karşılıklı etkileşimi sonucu başlar. İnternal enamel epitelyal hücreleri, proksimale yerleşmiş büyük nükleus ihtiva eden uzun kolonlar hücrelere

dönüşürler. Bu dönüşüm dental papillada moleküler düzeyde değişimler yapar. Bu değişim papillanın en dış kısmını saran hücrelerin bazal membrana doğru hareket etmesine ve burada tek sıra halinde dizilmesine neden olur. Bu hücreler burada hızlı bir şekilde genişler, önce preodontoblast hücrelere ve daha sonra da odontoblast hücrelere dönüşürler. Son zamanlarda fare dişleri üzerinde yapılan çalışmalarda (28) dental papillanın ektomezenşimal hücrelerinin ikiden fazla hücre tipine dönüştükten sonra odontoblast hücre karakteri kazandıkları saptanmıştır. Odontoblast hücreleri, olgunlaşmasından hemen sonra bazal membran boyunca ilk dentin tabakasını salgılamaya başlarlar. Bu katın mineralize olmasıyla bazal membran yapısını kaybederek parçalanır. Bu parçalanma internal enamel epitelyal hücrelerini etkiliyerek bunların ameloblast hücrelerine dönüşmesini sağlar (11).

Ameloblastlar proksimallerinde büyükçe bir nükleusu bulunan ve çok miktarda endoplazmik retikulum, Golgi kompleksi, ribozom, mikrofilament ve mikrotubul ihtiva eden hücrelerdir (10,25). Şekilsiz ilk enamel tabakasının salgılanmasından sonra ameloblastlar dentinden uzaklaşmaya başlarlar ve Tomes prosesleri denilen uzantılar meydana getirirler. Bu proseslerin proksimalinde yapılan salgılar interprizmatik enameli, proseslerin yüzeylerinden yapılan salgılar ise enamel prizmaları oluştururlar. Elektron mikroskobu ile yapılan bir çalışmada (30) ameloblastların protein ve glikoproteinleri granüller halinde ekstraselüller boşluğa salgıladıkları saptanmıştır.

Odontoblastlar ameloblastlar gibi son hücrelerdir. bundan dolayı başka tip hücreye dönüşemezler. Dentinin salgılanması devam ederken odontoblastların bazal kısmı inceler ve odontoblast prosesleri olarak adlandırılan yapılara dönüşürler (3,10,14). Işık mikroskobu ile yapılan çalışmalarda odontoblastların salgılama ve dinlenme dönemleri olmak üzere iki belirgin aktivasyon periyodunun olduğu, elektron mikroskobik çalışmalarda ise bu iki devre arasında geçiş dönemi denilebilecek üçüncü bir devrenin bulunduğu saptanmıştır. Salgılama döneminde odontoblastların yaklaşık olarak 35 µm uzunluğunda şişkin bir yapıya sahip olduğu ve dinlenme halinde ise bu şişkinliğin yerini büzölmeye terk ettiği gözlenmiştir (28). Odontoblastlar kurallara uygun bir şekilde uyarıldığında hayat boyu salgılama yapabilecek bir özelliğe sahiptirler (24,28). Dentin tubullerinin birim alana düşen sayıları üzerinde yapılan çalışmada odontoblastların sayısının primer dentin boyunca ve sekonder dentinin ilk dönemlerinde sabit kaldığı saptanmıştır (29). Sekonder dentinin son döneminde odontoblastların sayıca arttıkları görülür. Bunun sonucu olarak bazı odontoblastlar kendi salgıları içinde kalır ve ölürlür. Bazıları ise yaşlanmaya bağlı olarak ölürlür. Böylece odontoblastların sayılarında bir azalma gözlenir (6,16,29).

Enamel ve dentinin mineralizasyonu

Mineralizasyon olayı tek kaslı dişlerde kaspın ucundan başlayarak EDBY boyunca aşağıya doğru devam eder. Çok kaslı dişlerde (at dişleri) ise mineralizasyon bireysel kasların uçlarından ayrı ayrı başlar ve daha sonra kasların ucundan EDBY boyunca aşağıya devam ederek birbirleriyle birleşir (6). Dentin ve enamelın salgılanması devam ederken odontoblastlar ve ameloblastlar zıt yönde hareket ederek kendi salgılarının içinde kalmaktan kurtulurlar. Enamel ve dentinin oluşumu matriksin salgılanması ve salgılanan matriksin mineralizasyonu olmak üzere birbirini takip eden iki devrede gerçekleşir. Ameloblastların salgıladıkları matriks, salgılandıktan hemen sonra mineralize olur. Bundan dolayı dentin ve kemik dokularının gelişmeleri esnasında gözlenen pre-dentin ve osteoid dokuların karşılığı gelişme anında mevcut değildir (10). Rat, köpek ve sığır dişleri üzerinde yapılan mikroradyografik ve kimyasal çalışmalarda, enamel dokusunun gelişmesini tamamlayınca kadar 4 safhadan geçtiği saptanmıştır. Bu safhalar sırasıyla I) kısmi olarak minarelize olmuş yumuşak ve yarı saydam (transludent) enamelın salgılanması, II) bu salgıdan yumuşak matriksin çekilmesi ve böylece doku içine fazla sıvı sirkülasyonuna imkan vererek daha fazla mineralizasyonun sağlanacağı boşlukların oluşması, III) enamelın ikinci mineralizasyon dönemi ve IV) sert, saydam (transperent) olgun enamelın oluşum dönemi (10,27). Radyografik bir çalışmada at süt diş tomurcuklarında kalsifikasyon olayının fetal hayatın 120. gününde başladığı ve 240. gününde ise bittiği, kalıcı dişlerde ise kalsifikasyon olayının süt dişlerinkinden 6 ay sonra başladığı saptanmıştır (2,3).

Dişlerde mineralizasyon olayının başlamasıyla enamel organ, dental lamina, internal enamel epitelyum ve eksternal enamel epitelyumda bazı değişimler oluşmaya başlar. İlk mineralize dentin tabakasının salgılanmasından hemen sonra enamel organın involüsyonu başlar. İnvolüsyon olayı ile internal enamel epitelyal tabaka dental follikülün içinde bulunan damarlara yaklaşır ve buradan beslenmeye başlar. Polarize ışık, elektron mikroskopik gözlemler ve histokimyasal çalışmalarda enamel organ involüsyonunun eksternal enamel epitelyuma yakın yerden başlayıp stellate retikulum ve stratum intermediuma doğru ilerlediği saptanmıştır (26).

Diş gelişmesi çan devresinin sonlarına doğru ilerlerken dental lamina tedrici olarak büzülür ve sonuçta parçalanarak epitel hücre kümelerine dönüşür ve bunlarda normal şartlarda kaybolurlar. Ancak bu hücre kümeleri bazen kalıcı olur ve Serres'in bezleri (6) veya Serres'in epitel incileri (16) olarak adlandırılırlar. Bunların mevcudiyeti bazen diş çıkmalarında

gecikmelere ve diş tümörlerine (ameloblastomas) neden olur (29,30). Dental laminanın yapısının bozulmasından sonra diş germi ağz epitelyumuyla ilişkilerini, dental follikül ve oral epitelyum arasına yerleşmiş gubernakular kord denilen fibröz bir yapı aracılığıyla sürdürürler (16).

Brakiyodont dişlerde kron gelişmesi tamamlandıktan sonra eksternal ve internal enamel epitelyum hücreleri, servikal bölgeden başlayarak EDBY boyunca dental lamina üzerinde aşağıya doğru çift tabaka halinde çoğalırlar. Bu çift katlı tabakaya Hertwig'in epitel kök kılıfı denir. Bu epitelyal kılıf altında bulunan mezenşim dokusunu uyarak odontoblast hücrelerinin oluşmasına neden olur. Bu hücreler brakiyodont dişlerde kök dentinin salgılanmasını sağlarlar. Kök dentinin mineralizasyonunun başlamasıyla bu kılıf çevresini saran folliküler dokunun proliferasyonu sonucu parçalanır. Ancak bazı durumlarda bu kılıfı oluşturan hücreler kalıcı hale geçerek dentin ve sementin birleşim yerinde Malassez'in artakalan epitel hücreleri olarak adlandırılırlar. Bu hücreler normalde inaktif olmalarına karşın insanlarda periodontal yangılar anında bazen diş kistlerinin oluşmasına neden olabilirler (29).

Sementogenesis

Hartwig'in epitelyal kök kılıfının bozulmasından sonra dental follikül hücreleri dentin ve sementin birleşim yerinde dentinle direkt temasa gelirler. Bu iki doku arasında meydana gelen etkileşim sonucu dental follikül hücreleri semantoblastlara (sementi salgılayan hücreler) dönüşürler (7,28). Sement at dişlerinde fetal hayatın 210 ve 280. günlerinden başlayarak kron enamelın geniş yüzeyleri ve dentin apikal bölgesi üzerine salgılanmaya başlar (3). Bu hayvanlarda sementin dentinin üzerine salgılanması brakiyodont dişlerde olduğu gibidir. Buna karşın koronal sementin salgılanması muhtemelen osteoklastlar tarafından indirgenmiş enamel epitelyumunun bozulmasından sonra başlar (17). Ayrıca üst çene ve tüm insisiv dişlerde sement önce bu dişlerin oklusal yüzeyi üzerine salgılanır. Daha sonra aşağıya infundibulumun içine doğru ilerler. Bu salgılama işlemi dental follikül içerisinde bulunan damarlar tarafından beslenen sementoblastlar tarafından gerçekleştirilir (3,4). Baker (2) infundibular sement içerisinde bulunan açık sentral vasküler kanalları gubernacular kord olarak tanımlamıştır. Sement başlangıçta süngerimsi bir görünüme sahiptir. Sement, matriksin salgılanması ve salgılanan matriksin mineralizasyonu olmak üzere birbirini takip eden safhadan geçerek gelişimini tamamlar (1,3).

Dişlerin çıkması olayı

Dişlerin çıkma olayı (dental erupsiyon) diş gelişimlerinde dentogenezis sırasında meydana gelen morfolojik değişimlerden başlayarak dental soket içinde bulunan damarlaşmanın oluşturduğu basınca kadar bir dizi olayın rol oynadığı kompleks bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Dişlerin çıkması üzerine bir çok teori ileri sürülmüştür (11). Aşağıdaki teoriler günümüzde en çok kabul görmektedirler. Diş alveollerini oluşturan kemiklerde meydana gelen sürekli yapım ve yıkım olayının dişler üzerinde meydana getirdikleri itici güç ile dişlerin apikal kısmında meydana gelen sürekli hücre proliferasyonları ve bunların mineralizasyonu sonucu dişlerin kök kısmında oluşan uzamanın dişleri yukarıya doğru itmesi ve dental soket içinde bulunan sıvıların oluşturdukları basınç ile periodontal ligamentlerin reorganizasyonları sırasında dişlerin üzerinde oluşturdukları gerilimin dişlerin çıkmasını sağladığı bildirilmiştir (11). Dişlerin apikal ve servikal bölgelerinde alınan kan basıncı ölçümlerinde apikal bölgedeki kan basıncının servikal bölgeye göre daha yüksek olduğu ve bu basınç farkının dişlerin koronal yönde ilerlemesini sağlayacak bir itici güç olabileceği iddia edilmiştir. Rastgele organize olmuş periodontal fibrillerin diş gelişmesi sırasında sürekli olarak pozisyon değişikliğine gittikleri gözlenmiştir (11). Fibrillerin pozisyonunda meydana gelen bu değişimler fibroblastların periodontal fibrillerinde yaptığı düzenlemelerden kaynaklandığına bağlanmıştır. At dişlerinin rezerv kronunda meydana gelen sürekli çıkma olayının, periodontal ligamentleri oluşturan fibrillerde gözlenen düzenlenmeler ile kök sementi ve alveolar soket arasından meydana gelen yeni bağlantılara bağlı olduğu bildirilmiştir (13). Massler ve Schour (22) ile Baker (2) dişlerin erupsiyonunda periapikal damarlaşmanın önemli olduğunu bildirmişlerdir. Baker (2) dişlerin çıkma sırasında yaptığı rad-

yolojik bir incelemede periodontal ve pulpa dokularında ileri derecede bir vaskülarizasyon ve dental follükülde kist benzeri bir şişkinliğin dikkat çektiğini gözlemiştir.

SONUÇ

Atların sahip olduğu hipsodont dişlerin bu hayvanların primitif atalarının brakiyodont dişlerinin evrimleşmesi sonucu meydana geldiği sanılmaktadır. Böyle bir evrimleşmenin atasına karşı cüssesi 6 kat artan modern atın besin talebinin karşılanması için zaruri olduğu ileri sürülmüştür. Bu hayvanların beslenmeleri büyük oranda otlamaya bağlıdır. At yüksek oranda ve son derece aşındırıcı özelliğe sahip olan sikon ve ufak kum tanecekleri içeren yeşil otla beslenir. Bundan dolayı at dişlerinin aşınmaya ve kırılmaya karşı dayanıklı olması gerekir. Ayrıca beslenmesi çoğunlukla otlamaya dayalı olan bu hayvanların dişlerinin atalarının sahip olduğu basit küçük dişlerden daha büyük ve güçlü olması gerekir. Aksi takdirde bu dişler kısa süre içinde aşınarak hayvanların erken yaşta dişsiz kalmasına neden olur.

At dişleri epitelyo-mezenşimal etkileşim, büyüme, yeniden şekillenme ve kalsifikasyon olayı gibi bir dizi kompleks süreçten geçerek gelişmelerini tamamlarlar. Ağız boşluğuna yerleşmiş her diş farklı görevleri yerine getirmek için spesifik şekle ve dizilişe sahiptir. Gelişmesini tamamlamış bir at dişi çevresel olarak sement denilen bir tabaka tarafından sarılı uzun bir krona sahiptir. Bu kronun büyük bir kısmı dental soket ile diş gingivasının içine yerleşmiştir. Bu kısım rezerv kron olarak bilinir. At dişleri enamel ve dentinden yoksun olan diş köklerine sahiptirler. Atlarda diş köklerinin oluşumu, dişlerin çıkması tamamlanıp çiğneme yüzeylerine ulaştıktan sonra başlar ve dişler dökülene kadar devam eder. Diş köklerinin dişlerin çıkması sırasında bazı fonksiyonlarının olduğu kabul edilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Baker GJ. Some aspects of equine dental decay. *Equine Vet J* 1974; 6: 127-130.
2. Baker GJ. A study of dental disease in the horse. PhD Thesis, Glasgow University, 1979.
3. Baker GJ. Oral anatomy of the horse. In: Harvey CE, Editor. *Veterinary dentistry 1st ed.* Philadelphia, Saunders 1985; 203-216.
4. Barker IK, Van Dreumel AA, Palmer N. The alimentary system. In: Jubb KVF, Kennedy PC, Palmer N, Editors. *Pathology of domestic animals vol 2, 4th ed.* New York. Academic Press 1993; 4-12.
5. Bennet, D. The evolution of the horse. In: Evans JW, Editor. *Horse breeding and management.* Amsterdam. Elsevier 1992; 1-29.
6. Berkovitz, B.K.B., Moxham, B. Development of dentition: Early stages of tooth development. In: Osborn JW, Editor. *Dental anatomy and embryology.* Oxford. Blackwell Scientific Publications 1981; 166-174.
7. Brescia NJ. Development and growth of the teeth. In: Sicker H, Editor. *Orban's oral histology and embryology 6th ed.* London. Mosby 1966; 18-37.

8. DeLahunta A, Habel RE. Applied veterinary anatomy. Philadelphia. Saunders, 1986.
9. Dixon PM. Equine dental disease: a neglected field of study. *Equine Vet Educ* 1993; 5: 285-286.
10. Eisenmann DR. Amelogenesis; enamel structure. In: Ten Cate AR, Editor. *Oral histology* 4th ed. St. Louis. Mosby 1994; 218-256.
11. Ferguson M. The dentition throughout life. In: Elderton RJ, Editor. *The dentition and dental care vol 3*. Oxford. Oxford Heinemann Medical Books 1990; 1-18.
12. Fortelius M. Ungulate cheek teeth: developmental, functional and evolutionary interrelations. *Acta Zoologica Fennica* 1985; 180: 1-76.
13. Harvey CE, Dubielzig RP. Anatomy of the oral cavity in the dog and cat. In: Harvey CE, Editor. *Veterinary dentistry*. Philadelphia. Saunders 1985; 11-15.
14. Jessen H. The ultrastructure of odontoblasts in perfusion fixed, demineralised incisors of adult rats. *Acta Odontol Scand* 1967; 25: 491-523.
15. Jones SJ. Human tissue: Cement. In: Osborn JW, Editor. *Dental anatomy and embryology*. Oxford. Blackwell Scientific Publications 1981; 193-209.
16. Jones SJ. The pulp-dentine complex. In: Elderton RJ, Editor. *The dentition and dental care vol 3*. Oxford. Oxford Heinemann Medical Books 1990; 1-18.
17. Jones SJ, Boyde A. Coronal cementogenesis in the horse. *Arch Oral Biol* 1974; 19: 605-614.
18. Kertesz P. A colour atlas of veterinary dentistry and oral surgery. London. Wolfe Publishing, 1993.
19. Kılıç S. A light and electron microscopic study of calcified dental tissues in normal horses. The PhD thesis, Edinburgh University, 1995.
20. Kollar EJ, Lumsden AGS. Tooth morphology: The role of innervation during induction and pattern formation. *J Biol Buccale* 1979; 7: 49-60.
21. Kozawa Y. On the correlation between dental histology and molar form in the history of equidea. In: Smith P, Tcheroov E, Editor. *Structure, function and evolution of teeth*. London. Freund Publishing House Ltd 1992; 139-145.
22. Massler M, Schour I. Studies in tooth development: Theories of eruption. *Am J Orthod* 1941; 27: 552-576.
23. Miles AEW, Grigson C. Colyer's variations and diseases of the teeth of animals. Cambridge. Cambridge University Press, 1990.
24. Osborn JW. Human tissue: Enamel. In: Osborn JW, Editor. *Dental anatomy and embryology*. Oxford. Blackwell Scientific Publications 1981; 174-187.
25. Pannese E. Observations on the ultrastructure of the enamel organ: III. Internal and external enamel epithelia. *J Ultrastruct Res* 1962; 6: 186-204.
26. Pannese E. Observations on the ultrastructure of the enamel organ: II. Involution of the stellate reticulum. *J Ultrastruct Res* 1962; 5: 328-342.
27. Suga SJ. Comparative histology of progressive mineralisation pattern of developing incisor enamel of rodents. *J Dent Res* 1979; 58: 1025-1026.
28. Ten Cate AR. Development of the tooth and its supporting tissues; hard tissue formation and its destruction; dentinogenesis. In: Ten Cate AR, Editor. *Oral histology* 4th ed. St.Louis. Mosby 1994; 58-168.
29. Torneck CD. Dentine-pulp complex. In: Ten Cate AR, Editor. *Oral histology* 4th ed. St.Louis. Mosby 1994; 169-213.
30. Warshawsky H. The teeth. In: Weiss L, Editor. *Histology* 5th ed. New York. The Macmillan Press 1983; 609-655.